

UTAHUSA97

ROTAS CONTINENTAIS DE NAVEGAÇÃO DE ÁREA NO BRASIL

¹ Fernando Luiz Fantoni¹, Protógenes Pires Porto¹, Carlos Müller¹

¹ Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA
Pça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, CEP 12.228-900, São José dos Campos, SP,
Brasil
E-mail: muller@ita.br

RESUMO

As rotas continentais de navegação de área no Brasil, como parte integrante do programa PBN (Performance Based Navigation), entraram em fase de implantação a partir de 2009 e possibilitaram a criação de aerovias mais diretas, sem a necessidade de serem balizadas por recursos caros e obsoletos de rádio-navegação no solo. A implementação dessas rotas, especificadas como de navegação RNAV 5, está sendo possível devido a capacidade dos equipamentos de navegação embarcados nas aeronaves, que passaram a utilizar de maneira mais abrangente o sensor de navegação por satélite. O artigo apresenta um breve histórico do conceito CNS/ATM e do novo conceito PBN e de sua implantação no Brasil. Utilizando ferramenta de “fast time simulation” o benefício da implantação do conceito PBN para uma ligação doméstica é avaliado em 3,8% de redução no consumo de combustível.

ABSTRACT

Continental area navigation routes in Brazil, as part of the PBN (Performance Based Navigation) program, were initially introduced in 2009 and allowed the creation of more direct airways, without the need of the high cost and obsolete radio-navigation resources on ground. These routes were specified as RNAV 5, and their implementation is only being possible due the actual navigation capability onboard of the aircraft, which are nowadays using satellite based navigation sensors as its main navigation resource. The paper presents a brief overview of the CNS/ATM concept and of the new PBN concept and its installation in Brazil. Using a “fast time simulation” tool the benefit of the use of the PBN concept in a domestic route is evaluated at 3.8% reduction in fuel consumption.

Palavras chave: navegação aérea, rotas continentais, RNAV 5

1. INTRODUÇÃO

O espaço aéreo brasileiro vem sofrendo grandes modificações a fim de se adequar ao desenvolvimento do transporte aéreo. Este não é um comportamento local, mas uma tendência internacional, cujo objetivo é aumentar a capacidade do tráfego aéreo, mantendo altos níveis de segurança nas operações através de melhor disposição e organização das rotas aéreas. Porém nada disso seria possível sem a tecnologia embarcada nas aeronaves, a qual permite que as mesmas naveguem com maior precisão e confiabilidade. No Brasil, a implantação de rotas continentais de navegação de área, as chamadas rotas RNAV 5, teve seu início em 2009 com a publicação de legislação específica pelo Comando da Aeronáutica.

Este artigo visa discutir o processo de implementação das aerovias de navegação de área continentais no Brasil, abordando suas etapas, benefícios econômicos e requisitos a fim de apresentar ao leitor a importância delas ao futuro do fluxo de tráfego aéreo dentro de seu espaço aéreo e ao desenvolvimento do transporte aéreo no país. O uso de rotas RNAV proporciona economias tanto para os operadores, por utilizar aerovias mais diretas e assim diminuir a distância de voo, como para os

Estados participantes, pois cada vez menos dependerão de auxílios à navegação no solo para manter seu sistema de rotas aéreas ativo.

Este artigo inicia apresentando um breve histórico do CNS/ATM (*Communication, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management*), a criação do conceito PBN e a implementação de parte desse conceito através da reconfiguração das rotas continentais no Brasil. Após, apresenta o conceito de rotas continentais e os tipos de aerovias existentes, descreve e compara as rotas convencionais e as rotas de navegação de área, e por fim utiliza a ferramenta “*fast time simulation*” TAAM para quantificar a economia gerada pelo PBN para uma determinada origem-destino. O artigo finaliza discorrendo sobre a necessidade de atualização da legislação atual que serve como referência às operações de voo.

2. HISTÓRICO

O conceito CNS/ATM (*Communication, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management*) [11], foi desenvolvido pela Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) através de seu comitê direcionado ao estudo do futuro dos sistemas de navegação aérea, *Future Air Navigation Systems (FANS) Comitee*, ainda na década de 90. Ele engloba tecnologias digitais, incluindo sistemas de satélites com vários níveis de automação, que possibilita uma evolução no processo de navegação aérea a fim de absorver o aumento do tráfego aéreo no médio e longo prazo através da melhor utilização do espaço aéreo sem assim diminuir os níveis de segurança.

Uma das evoluções do CNS/ATM, quando se tratando de performance lateral de navegação, é o chamado PBN (*Performance Based Navigation* ou Navegação Baseada em Performance). O PBN visa aproveitar a capacidade de precisão da navegação lateral dos equipamentos embarcados nas aeronaves para aumentar a utilização do espaço aéreo através da diminuição na separação horizontal entre as mesmas. Este programa foi oficialmente apresentado pela OACI [12] na década passada e visa apresentar as experiências vividas pelos Estados que já utilizam a navegação de área (RNAV) e orientar os que terão que implementá-la.

No Brasil, o primeiro passo à implementação do PBN foi a transição às rotas continentais RNAV 5 em 2009. Em paralelo à criação das aerovias RNAV 5, é necessário também a implementação gradativa de rotas de chegada e saída RNAV em áreas terminais pois a transição destas para a fase de rota deve ser contínua. Em 2010 já se podia observar rotas de chegada e saída RNAV/RNP em terminais como Recife e Brasília, sendo que para as terminais Rio de Janeiro e São Paulo o término de implantação se dará ainda em 2013. A exigência para os operadores se adequarem ao PBN foi determinada a partir de 2012 com a publicação de instrução suplementar específica [1]. Enquanto a primeira parte é atribuição do DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), a quem cabe a estruturação do espaço aéreo brasileiro, a segunda é da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), cuja atribuição é analisar a capacidade do operador e lhe aprovar para a operação nos específicos espaços aéreos PBN. Na prática, o que se vê é uma dissonância entre os dois órgãos por um atraso na exigência de adequação por parte dos operadores, prejudicando o andamento de implantação do PBN no país.

3. ROTAS CONTINENTAIS: AEROVIAS

Rotas continentais são aerovias traçadas sobre o continente ligando pontos e/ou auxílios de navegação a fim de estabelecer os caminhos pelos quais as aeronaves devam passar quando estiverem se deslocando de sua origem a seu destino. Estas aerovias possuem larguras pré-definidas e são traçadas de modo a permitir que o piloto, através de seu equipamento de navegação, consiga navegar de maneira segura e mais precisa possível. Verticalmente, as aerovias são classificadas em Aerovias Superiores e Aerovias Inferiores, onde a altitude limítrofe é de 24.500 pés (7.468 metros). A **Figura 1** representa uma forma atual de organização de aerovias em certa porção do espaço aéreo da região sudeste do Brasil.

Fantoni, Porto e Müller – Rotas continentais de navegação de área no Brasil

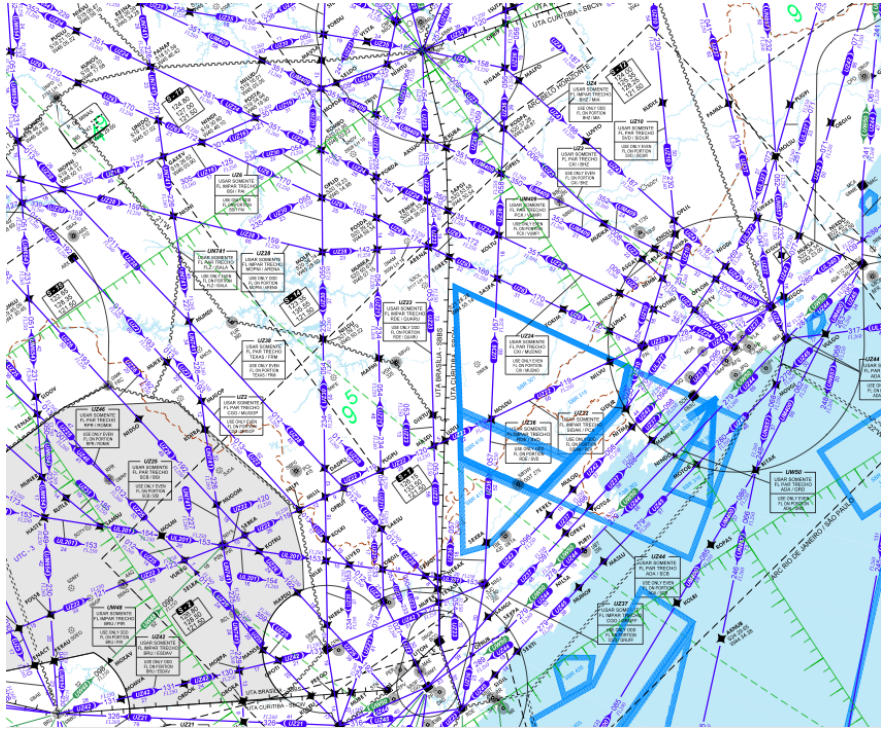


Figura 1: Trecho da Carta de Rota (ERC) DECEA. Fonte: www.aisweb.aer.mil.br [8]

Tradicionalmente, as aerovias continentais são balizadas por auxílios de navegação no solo que permitam o piloto sintonizar seu equipamento de navegação e assim voar essas rotas pré-definidas. Com o avanço da tecnologia embarcada nas aeronaves, percebeu-se que nem todas as aerovias necessitariam ser traçadas de modo a garantir a recepção de pelo menos um auxílio de navegação enquanto voando nela. Porém para isso, a aeronave precisaria possuir um equipamento embarcado capaz de calcular a posição geográfica da aeronave sem a necessidade desse auxílio no solo permitindo que ela se mantenha dentro dos limites laterais da aerovia. Surge então, as rotas de navegação de área.

4. AEROVIAS CONVENCIONAIS: DESIGNAÇÃO, REQUISITOS E DIMENSÕES

A designação de aerovias convencionais é definida pela OACI [10] e a nomenclatura utilizada para definir uma rota baseada em rádio navegação no Brasil está apresentada Tabela 1.

Tabela 1: Designação das aerovias convencionais no Brasil. Fonte: AIP-BRASIL ENR [5].

	Inferior	Superior
Aerovia Nacional	W	UW
Aerovia Internacional	A, B, G e R	UA, UB, UG e UR

Para se voar em uma aerovia convencional, primeiramente é preciso que o planejamento de voo seja feito com base na capacidade dos equipamentos de navegação a bordo da aeronave. Esta capacidade é declarada no momento da emissão do plano de voo. Os equipamentos de navegação necessários para se voar em aerovias convencionais são geralmente equipamentos receptores de VOR, VOR/DME e/ou ADF. Ou seja, aeronaves com essa capacidade somente podem executar o voo em aerovias balizadas por esses auxílios à navegação.

Como já dito, as aerovias são classificadas em Aerovias Superiores e Aerovias Inferiores. Suas dimensões são assim definidas:

- Aerovias Superiores:
 - a) Limite vertical superior e inferior – ilimitado e FL245¹ exclusive, respectivamente; e
 - b) Limites laterais – 43NM (80km) de largura, estreitando-se a partir de 216NM (400km), antes de um auxílio à navegação, atingindo sobre este a largura de 21,5NM (40km). Aerovias superiores entre dois auxílios à navegação distantes entre si até 108NM (200km) terão a largura de 21,5NM (40km) em toda a sua extensão.
- Aerovias Inferiores:
 - a) Limite vertical superior e inferior – FL245 inclusive e 500 pés (150 metros) abaixo do FL mínimo indicado nas Cartas de Rota (*Enroute Charts* - ERC), respectivamente; e
 - b) Limites laterais – 16NM (30km) de largura, estreitando-se a partir de 54NM (100km) antes de um auxílio à navegação, atingindo sobre este a largura de 8NM (15km). Aerovias inferiores entre dois auxílios à navegação distantes entre si até 54NM (100km) terão a largura de 11NM (20km) em toda a sua extensão.

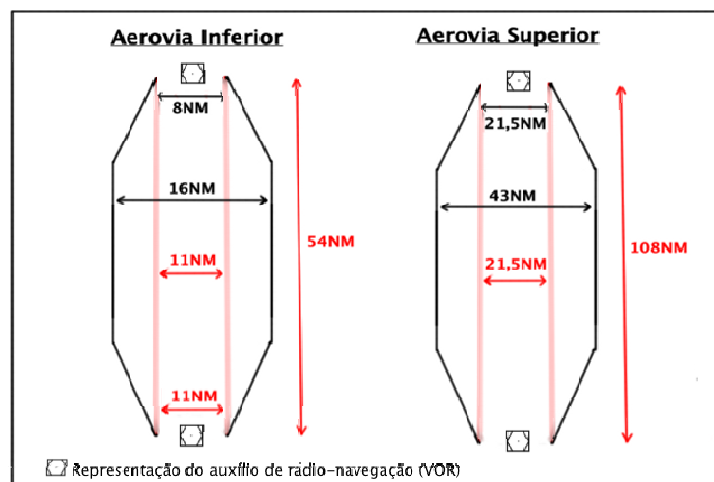
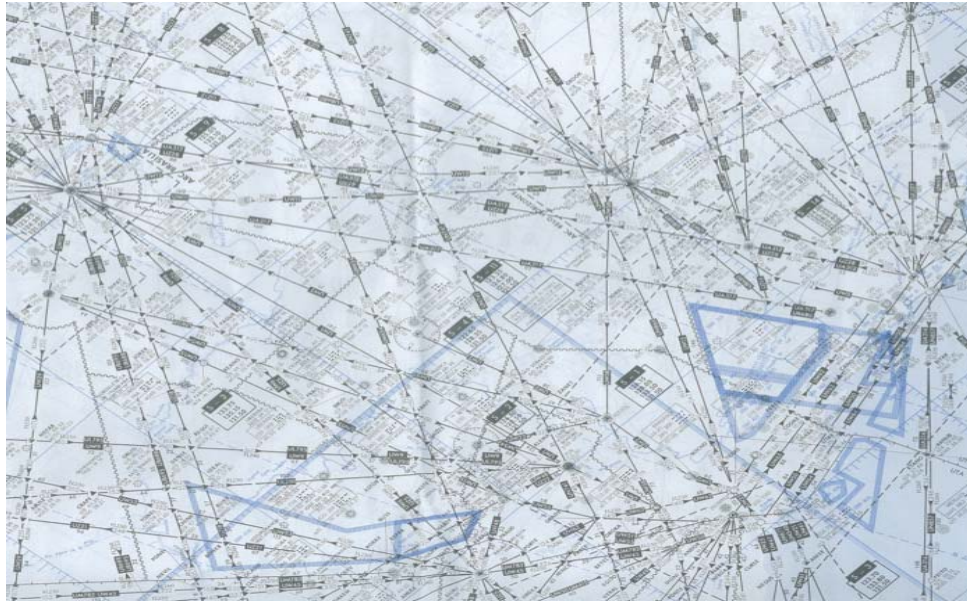


Figura 2: Fonte: desenvolvido pelo Autor

Analisando as dimensões apresentadas, pode-se concluir que existe uma grande perda na capacidade de utilização do espaço aéreo visto que a largura das aerovias chegam a 43NM (80km) em aerovias superiores e a 16NM em aerovias inferiores. O resultado da necessidade do balizamento por auxílios à navegação e as dimensões apresentadas resultam na distribuição de rotas apresentadas na **Figura 3**, a qual representa a organização de aerovias em certa porção do espaço aéreo da região sudeste do Brasil antes do espaço aéreo PBN [9].

¹ FL é a sigla utilizada para *Flight Level* (Nível de Voo) e expressa centenas de pés. No caso, FL245 expressa 24.500 pés.

Fantoni, Porto e Müller – Rotas continentais de navegação de área no Brasil

**Figura 3:** Carta de Rota (ERC) DECEA (2006)

Auxílios à navegação no solo do tipo NDB estão em fase de extinção no Brasil. Um plano de desativação gradual dos mesmos está em fase de execução, publicado em circular de informação aeronáutica específica [7]. Auxílios à navegação no solo do tipo VOR e VOR/DME ainda não têm data para serem extintos visto que, embora não tenham função quando falamos da navegação de área por satélite, exceto servindo como um recurso de *backup*, possuem grande importância para equipamentos de navegação de áreas embarcados que utilizem sensores inerciais.

5. AEROVIAS DE NAVEGAÇÃO DE ÁREA: DESIGNAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E BENEFÍCIOS

A designação de aerovias RNAV é definida pela ICAO [10] e a nomenclatura utilizada para definir uma rota de navegação de área no Brasil está apresentada na **Tabela 2**.

Tabela 2: Designação das aerovias RNAV inferiores e superiores no Brasil. Fonte: AIP-BRASIL ENR [5].

	Inferior	Superior
Aerovia Nacional	Z	UZ
Aerovia Internacional	L, M e N	UL, UM e UN

Para apresentar as características e os benefícios das aerovias de navegação de área, as chamadas Aerovias RNAV (*Area Navigation*), é necessário dividi-las em dois períodos de tempo distintos: antes e após a implantação do PBN (*Performance Based Navigation*) no Brasil.

5.1. Antes do PBN

A implantação do PBN no Brasil foi iniciada em 2009 com a publicação de circular de informação aeronáutica específica [3]. Adequações no programa de implantação foram aplicadas e em janeiro de 2011 entra em vigor uma nova circular [4] a qual revoga a primeira e tem como finalidade notificar o adiamento da implementação da RNAV 5 nas FIR Amazônica, Brasília, Curitiba e Recife para 22 de setembro do mesmo ano.

Rotas RNAV já existiam antes das mudanças estruturais mencionadas. Eram rotas que ligavam pontos a grandes distâncias e disputavam espaço entre as rotas ATS convencionais. Por serem rotas de navegação de área, não necessitavam passar por auxílios a navegação no solo, diferentemente das rotas de rádio-navegação. Nelas, só se podia voar aeronaves com capacidade de navegação RNAV equipadas com sistemas de gerenciamento de voo (*Flight Management Systems*) capazes de calcular sua posição geográfica através de sensores² inerciais (*Inertial Reference System* – IRS – ou *Inertial Reference Unit* – IRU), VOR/DME e/ou DME/DME. Pelo sistema de gerenciamento de voo ser um equipamento caro, quem se beneficiava dessas rotas mais diretas eram, na sua grande maioria, aviões de transporte aéreo público regular e uma minoria de aviões da aviação geral/corporativa. Adicionalmente, as rotas RNAV antes da implantação do PBN não faziam parte da estrutura de aerovias inferiores, pois tais sistemas de navegação são caros e não equipam aeronaves menores e de baixa performance. Essa capacidade começa a se inverter com a introdução de equipamentos de navegação baseados em satélite, cujo custo de aquisição é bastante inferior e portanto sendo acessível a grande parte dos operadores da aviação geral.

As dimensões das aerovias RNAV eram idênticas as dimensões das rotas superiores convencionais, já apresentadas neste artigo. Evidencia-se aí, mais uma vez, uma grande perda na capacidade de utilização do espaço aéreo superior visto que a largura das aerovias era de 43NM (80km).

5.2. Após o PBN

Após o redesenho das aerovias continentais, criando assim rotas de navegação de área RNAV 5 tanto em espaço aéreo superior como, agora, em espaço aéreo inferior, características e benefícios devem ser comentados. São eles: dimensão, separação lateral, organização e distâncias voadas.

5.2.1. Dimensão

A OACI [12] define que a designação da especificação de navegação se refere à precisão de navegação lateral em milhas náuticas, a qual é esperada durante pelo menos 95% do tempo voado neste espaço aéreo. Portanto, a dimensão de uma aerovia RNAV 5 é de 5NM para cada lado do eixo da rota, ou seja, sua largura total é de 10NM. Diferentemente das aerovias convencionais, a rota RNAV 5 será sempre um corredor de 10NM de largura, não importando sua extensão. E essa dimensão é idêntica, tanto para o espaço aéreo inferior como para o espaço aéreo superior, pois o que importa agora é a performance do equipamento de navegação.

5.2.2. Separação Lateral

No próprio *Doc 9613* [12], a OACI recomenda separações laterais entre aerovias RNAV 5 e estas com relação a aerovias convencionais. Em espaços aéreos sem cobertura radar e que tenham grande volume de tráfego aéreo, é recomendado uma separação lateral de 30NM entre as aerovias mencionadas a fim de manter o grau de segurança requerido para as operações. Em áreas onde o volume de tráfego é menor, essa separação lateral pode ser reduzida. Em regiões onde exista cobertura radar, as separações devem ser definidas com base no volume aceitável da carga de trabalho dos controladores de voo e das ferramentas disponíveis aos mesmos. Espaçamentos laterais de 16,5NM entre aerovias de mesmo sentido e 18NM entre aerovias de sentidos opostos já são atualmente utilizados mundo a fora.

² Um sistema de gerenciamento de voo (*Flight Management Systems* – FMSs) consiste de um ou mais computadores de voo (*Flight Management Computers* – FMCs) que, entre outras funções, calculam a posição geográfica da aeronave através de um ou mais sensores de navegação. Esses sensores podem ser um ou uma combinação de inercial, VOR/DME, DME/DME ou GNSS.

Fantoni, Porto e Müller – Rotas continentais de navegação de área no Brasil

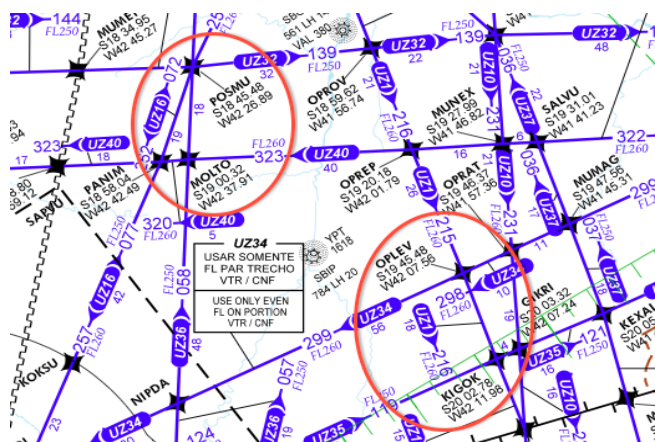


Figura 4: Trecho da Carta de Rota (ERC) DECEA. Fonte: www.aisweb.aer.mil.br [8]

Analisando as aerovias continentais RNAV 5 no Brasil, percebe-se a utilização da separação lateral mínima de 18NM. Isso fica evidenciado na **Figura 4**, a qual demonstra a separação lateral entre as duplas de rotas de sentidos opostos UZ32 e UZ40, e entre a dupla UZ34 e UZ35, que ligam as áreas terminais de controle de Brasília e Vitória, e Belo Horizonte e Vitória, respectivamente.

5.2.3. Organização

A **Figure 5** mostra a atual disposição das rotas RNAV 5 na FIR Brasília entre os segmentos das terminais São Paulo, Brasília e Belo Horizonte. As linhas azuis representam as rotas de navegação de área, enquanto as linhas verdes representam as rotas convencionais. Ênfase é dada a forma paralela das aerovias através das linhas tracejadas azuis. Quando essa organização é utilizada em combinação à definição de aerovias unidirecionais disponibilizando todos os níveis de voo, além de aumentar a capacidade do espaço aéreo, permite que as aeronaves voem em níveis operacionalmente mais econômicos.

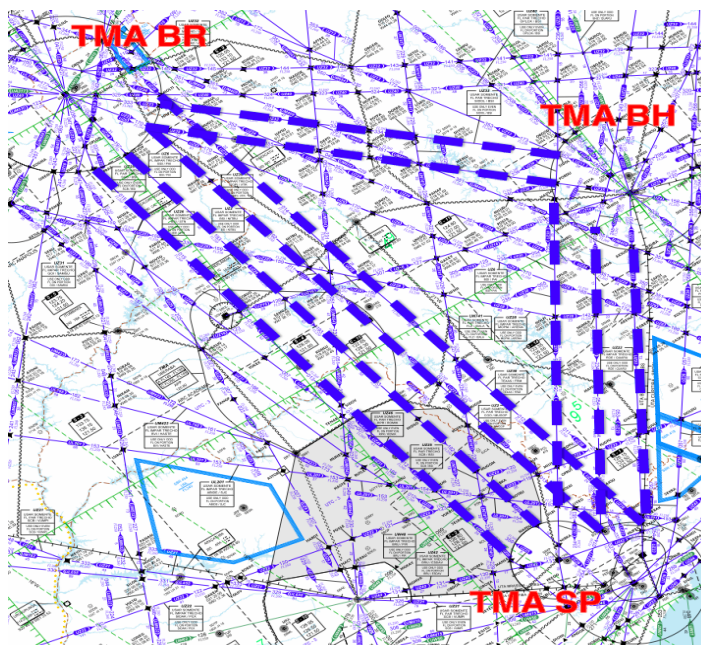


Figure 5: Trecho da Carta de Rota (ERC) DECEA. Fonte: www.aisweb.aer.mil.br [8]

Por exemplo, duas localidades A e B antes eram ligadas por uma única aerovia superior convencional de mão dupla. Tendo seu primeiro nível o FL 250 e se estendendo até o FL410 (nível máximo operado pela maioria das aeronaves de linha aérea), é fácil de observar que havia 9 níveis ímpares (A para B) e 8 níveis pares (B para A) disponíveis. Agora, vamos supor que após o PBN essas duas localidades passaram a ser ligadas por 2 aerovias RNAV 5 de mão única e de sentidos opostos com todos os níveis disponibilizados. Tendo novamente o seu primeiro nível o FL250 e se estendendo ao FL410, observa-se 17 níveis disponíveis de A para B e 17 níveis de B para A. Houve aí um aumento na capacidade de absorção no volume de tráfego aéreo entre essas duas localidades.

5.2.4. Distâncias Voadas

Rotas mais diretas é também um dos benefícios das aerovias RNAV. Quando analisamos as rotas entre localidades relativamente próximas com auxílios à navegação no solo, como por exemplo a Figura 4, que mostra a ligação entre as terminais São Paulo, Brasília e Belo Horizonte, pouco benefício se percebe visto que as rotas convencionais, nesses casos, também tendem a ser bastante diretas pelo alcance de transmissão desses auxílios. Agora, quando comparamos rotas mais longas ligando pontos mais distantes, é fácil de ver o benefício em questão. A **Tabela 3** apresenta a distância voada em aerovia entre o aeroporto de Brasília, no Distrito Federal, e o aeroporto de Vitória, no Espírito Santo, antes e depois do PBN.

Tabela 3: Distâncias voadas entre os aeroportos de Brasília e Vitória antes e depois do PBN.

	Origem	Destino	Aerovia(s)	Distância (NM)
Antes do PBN*	Brasília	Vitória	UW11/UW12	540
	Vitória	Brasília	UW12	518
Após o PBN**	Brasília	Vitória	UZ32	516
	Vitória	Brasília	UZ34	496

* Carta de navegação DECEA utilizada para a análise: Carta de Rota, Espaço Aéreo Superior, data de efetivação 28 SEP 06 [9].

** Carta de navegação DECEA utilizada para análise: Carta de Rota, Espaço Aéreo Superior, data de efetivação 10 JAN 13 [8].

Antes do PBN, a aerovia que partia da terminal Brasília com destino à terminal Vitória, seguia através da terminal Belo Horizonte, ou seja, a aerovia UW11 era uma rota de mão única até a terminal Belo Horizonte, e após, a aerovia UW12 servia esta à terminal Vitória. Não havia uma ligação direta entre Brasília e Vitória. Com a criação das rotas RNAV 5, as duas localidades ficaram ligadas pela UZ32. A diferença de distância entre a rota convencional e a de navegação de área, conforme **Tabela 3**, é de 24NM. Já o sentido contrário, partindo de Vitória com destino a Brasília, utilizava-se apenas uma aerovia, a UW12, a qual passava pela terminal Belo Horizonte e seguia à Brasília. Com o PBN, esta ligação ficou direta através da UZ34. Comparando as distâncias indicadas na **Tabela 3**, chega-se ao valor de 22NM. Podemos concluir que, rotas mais diretas beneficiam tanto os operadores, pelo fato de possibilitar voos mais diretos e consequentemente mais econômicos, quanto a carga de trabalho dos controladores, por evitar, neste caso, de se sobrevoar uma área terminal, normalmente congestionada por aeronaves com origem ou destino nessa localidade.

5.2.5. Consumo de Combustível

A análise de consumo de combustível entre as rotas voadas antes e depois do PBN para as localidades de Brasília e Vitória foi realizada através da ferramenta *Total Airspace and Airport Modeler* (TAAM), a qual possibilita a modelagem *fast time* de aeroportos e espaços aéreos permitindo uma análise antecipada ou resultante do impacto de mudanças em infraestrutura aeronáutica, operações de voo e programações da malha aérea. O estudo utilizou como base dois modelos de aeronaves amplamente

utilizados pelas companhias de linha aérea regular no Brasil, o BOEING 737-800 e o AIRBUS 320. Os resultados obtidos tem a intenção de mostrar, de maneira quantitativa, a diferença no consumo de combustível gerada durante a operação de voo na fase de rota antes e após a implementação das aerovias RNAV 5 para a origem-destino em questão. Ou seja, para a simulação, não foram habilitadas as pistas e os procedimentos de subida e descida, pois o objetivo foi somente a análise de consumo de combustível em rota. A **Tabela 4** apresenta os resultados obtidos.

Tabela 4: Consumo de combustível em rota entre os aeroportos Brasília e Vitória antes e depois do PBN.

Aeronave	Origem/Destino	Consumo de Combustível (kg)		
		Antes o PBN	Após o PBN	Economia (%)
B737	Brasília/Vitória*	2897	2791	3,6%
B737	Vitória/Brasília*	2997	2878	3,9%
A320	Brasília/Vitória**	2919	2810	3,7%
A320	Vitória/Brasília**	3127	2996	4,1%

* Nível de voo utilizado: FL370

** Nível de voo utilizado: FL350

A economia no consumo de combustível já era conhecida como resultado da menor distância voada. Porém a simulação permite estimar a grandeza dessa economia, gerando tanto benefícios econômicos às empresas aéreas como benefícios ambientais com a diminuição na emissão de gases poluentes. É possível ver que a economia para a rota em questão, a qual trocou aerovias convencionais por aerovias de navegação de área RNAV 5, é estimada em 3,8% para as os dois modelos de aeronaves. Esse é um resultado expressivo para as empresas aéreas visto que o custo do combustível chega a representar de 30% a 40% de seus custos totais operacionais, permitindo economias significativas para as operações de voo.

6. DISCUSSÃO ACERCA DA LEGISLAÇÃO

A legislação brasileira que define critérios de espaço aéreo e dimensões de aerovias [2] deve sofrer revisão como parte da implantação do PBN no Brasil. Como já comentado neste artigo, as aerovias RNAV sofreram modificações em sua dimensão e estão presentes também no espaço aéreo inferior, ambos pontos não presentes na última revisão da legislação em questão. Tal problema não ocorre com a legislação que define os critérios de preenchimento de um plano de voo [6], a qual sofreu revisão em 2012 e está em acordo com a correta declaração de capacidade PBN a ser realizada pelo operador.

7. CONCLUSÃO

O aumento da capacidade do espaço aéreo sem a necessidade de grandes investimentos em infraestrutura por parte dos Estados, além de ser uma necessidade, é um grande desafio. A navegação baseada em performance, parte importante do CNS/ATM, é uma ferramenta importante para o avanço desse aumento de capacidade por utilizar todo ou parte do avanço tecnológico embarcado nas aeronaves. A transição das rotas aéreas convencionais para as aerovias RNAV 5 disponibiliza um melhor aproveitamento do espaço aéreo por se utilizar rotas mais diretas, mais estreitas, e assim mais próximas entre si. Porém, esse benefício somente é observado se houver uma eficiente transição entre as aerovias RNAV e as rotas de chegada nas terminais, pois ele pode ser rapidamente perdido se essas chegadas não forem corretamente projetadas. Adicionalmente, a utilização de rotas RNAV possibilita uma diminuição na carga de trabalho dos controladores de voo e dos pilotos, pois o uso delas possibilita evitar áreas por vezes congestionadas, tal como áreas terminais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agência Nacional de Aviação Civil. “IS 91-001 Aprovação de Aeronaves e Operadores para Condução de Operações PBN”, revisão C, 2012.
- [2] Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. “ICA 100-12 Regras do Ar e Serviço de Tráfego Aéreo”, 2009.
- [3] Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. “AIC-N/09 11 – Implementação da RNAV-5”, 2009.
- [4] Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. “AIC-N/11 06 – Implementação da RNAV-5, 2011.
- [5] Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA (2012). “AIP-BRASIL ENR 3 Rotas ATS”, emenda 08/13, 2002.
- [6] Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. “MCA 100-11 Preenchimento dos Formulários de Plano de Voo”, 2012.
- [7] Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. “AIC-N 03/13 Plano de Desativação Gradual das Estações NDB”, 2013.
- [8] Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. “Carta de Rota (ERC), Espaço Aéreo Superior”, data de efetivação 10 JAN 13, disponível em: www.aisweb.aer.mil.br, acesso em: 20 maio 2013.
- [9] Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. “Carta de Rota (ERC), Espaço Aéreo Superior, data de efetivação 28 SEP 06”.
- [10] International Civil Aviation Organization – ICAO. “Annex 11 to the Convention on International Civil Aviation, AIR TRAFFIC SERVICES”, 13th ed., 2001.
- [11] International Civil Aviation Organization. “Doc 9750 AN/963, Global Air Navigation Plan for CNS/ATM Systems”, 2nd ed., 2002.
- [12] International Civil Aviation Organization. “Doc 9613 AN/937, Performance-Based Navigation (PBN) Manual”, 3rd ed., 2008.